

PC 舗装版用の後設置型グラウト注入兼点検用孔の開発

大阪支店	開発営業部	鴨谷知繁
大阪支店	開発営業部	池田政司
大阪支店	土木工事部	越島広次

概要：PC 舗装の維持管理では、平坦性の確保や路盤の不同沈下に起因した損傷の防止が重要である。特に空港舗装では、地盤の変状が同じ箇所を繰り返し発生することが多く、その都度リフトアップや裏込めグラウト注入による補修が行われている。効率的な維持管理を行うには、グラウト注入後もコア孔を点検用に利用できると望ましいが、従来は航空機トラブルの防止を最優先とするため、グラウト注入後速やかにモルタルによる埋戻しを行わざるを得なかった経緯がある。そこで、条件の厳しい空港舗装においても安全かつ恒久的に使用でき、他の PC 舗装へも準用できるような後設置型グラウト注入兼点検孔を開発した。

Key Words：PC 舗装版、グラウト注入、点検、維持管理

1. はじめに

PC 舗装の維持管理では、平坦性の確保や路盤の不同沈下に起因した損傷の防止が重要である。特に空港舗装では、地盤の変状が同じ箇所を繰り返し発生することが多く、その都度リフトアップや裏込めグラウト注入による補修が行われている。

一連の調査・補修を効率化するには、写真-1 に示すような新設プレキャスト舗装版における埋設型グラウト注入兼点検孔のような

構造が望ましいが、後設置型となる既設 PC 舗装版においては、蓋部の損傷等による航空機トラブルの防止を最優先とするため、図-1（左）のようにグラウト注入の度にコア削孔とモルタルによる埋戻しを行わざるを得なかった経緯がある。

条件の厳しい空港舗装においても安全かつ恒久的に使用でき、他の PC 舗装へも準用できるような後設置型グラウト注入兼点検孔を開発し、図-1（右）のような既設 PC 舗装版の効率的な維持管理手法の提案を目的に検討を行った。

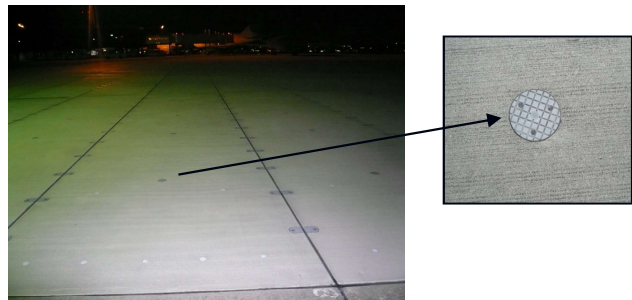


写真-1 新設プレキャスト舗装版における埋設型グラウト注入兼点検孔

2. 後設置型グラウト注入兼点検孔の概要

後設置型グラウト注入兼点検孔の概要を図-2 に示す。後設置型グラウト注入兼点検孔は、蓋部、固定部、内空確保部からなる。構造上の特徴を下記に示す。



鴨谷知繁



池田政司



越島広次

- (1) 航空機の通行の妨げにならないよう、PC 舗装版表面からの突出のない構造である。
- (2) 施工上の誤差を吸収しやすいように、蓋部と内空確保部を分離した構造である。
- (3) 内空確保部は、ネオスポンジは圧縮することで路盤材等は貫通孔部へ侵入するのを防止する構造である。
- (4) 固定部は、コア孔からの離隔を確保した位置に S インサート 3 本を、速硬性を有するセメント系接着材で固定することで、4 章で詳述するように航空機通行時の接地圧反力（＝[航空機の最大接地圧 1.61N/mm^2]×[貫通孔面積($50^2 \times \pi / 4\text{mm}^2$) = $3,159\text{N}$] = $[3.2\text{kN}]$) に対して、材齢 2 時間で十分な強度 $[17\text{kN}]$ を有する。

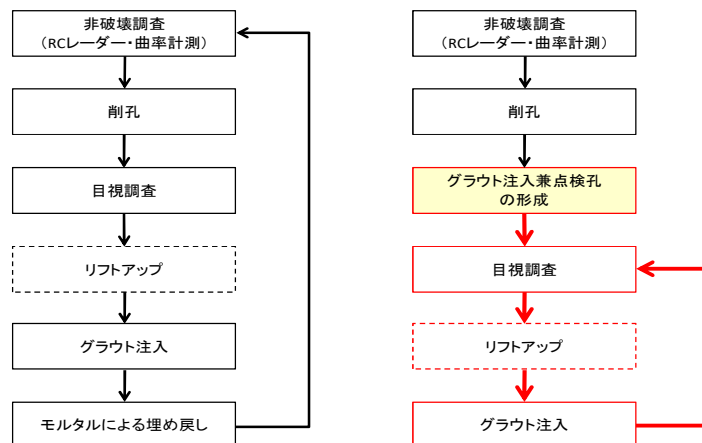


図-1 既設 PC 舗装の維持管理
(左：従来の方法 右：提案する方法)

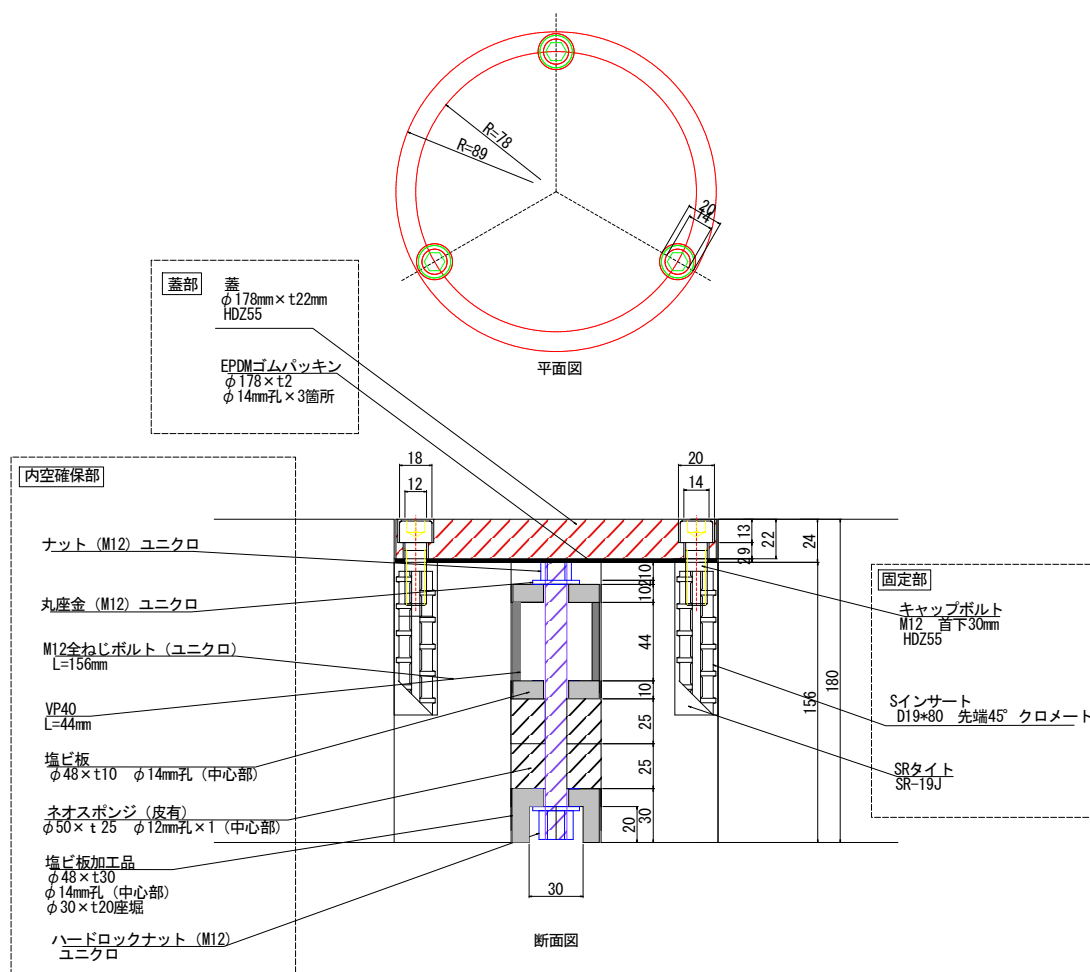


図-2 後設置型グラウト注入兼点検孔の概要図

3. 座堀形成方法に関する検討

座堀部の形成方法の確立を目的に、施工試験を行った。形成方法は、下記の2方法を検討した。

- (1) 水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法 (図-3)
- (2) 複数径コア削孔による平ハツリと図-3 に示す方法の併用

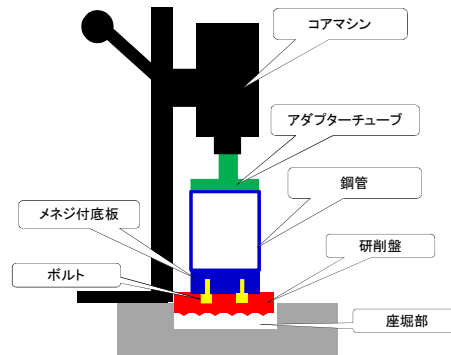


図-3 水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法

3.1 水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法

水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法の試験結果を示す。

【施工時間】

- ・ コアマシンの設置、 $\phi 50\text{mm} \times t50\text{mm}$ コア削孔、ハツリ _____ 3 分
 - ・ $\phi 180\text{mm} \times t30\text{mm}$ コア切削 _____ 3 分
 - ・ $\phi 175$ 座堀部研磨（自重のみ、高強度コンクリート用研磨版使用） _____ 50 分
 - ・ $\phi 50\text{mm}$ 貫通コア孔削孔 _____ 2 分
- (計 58 分)



写真-2 水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法の施工状況

【考察】

- ・ 座堀の切削速度は比較的遅いものの、切削面の寸法、出来形は良好である。
- ・ 研磨版の損傷は少なく、1枚の研磨版で多数の座堀を形成できる。
- ・ 研磨時にコアマシンを操作する必要が無いため、複数箇所の同時施工が可能である。

【判定】

○

3.2 複数径コア削孔による平ハツリと図-3 に示す方法の併用

複数径コア削孔による平ハツリと図-3 に示す方法の併用の試験結果を示す。

【施工時間】

・ ϕ 50mm 貫通コア削孔	6 分
・ ϕ 180mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 160mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 125mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 110mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 90mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 70mm $\times$ t30mm コア切削	2 分
・ ϕ 60mm $\times$ t30mm コア切削	1 分
・ t30mm 手ハツリ	3 分
・ ϕ 175 座堀部研磨（自重のみ，通常コンクリート用研磨版使用）	2 分
（計 24 分）	

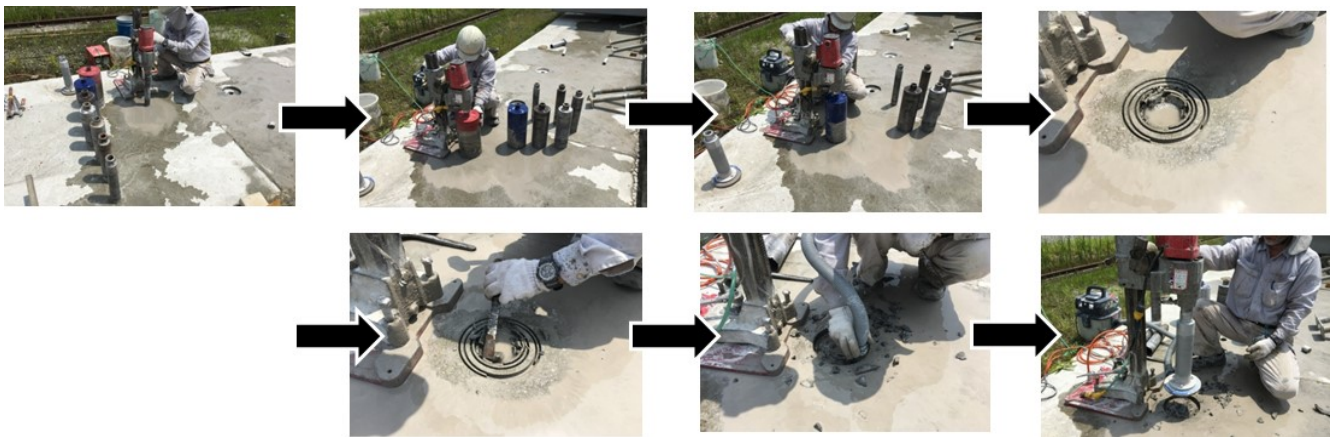


写真-3 水平に研磨版を設置したコアマシンによる方法の施工状況

【考察】

- ・ 座堀の切削速度は比較的速いが，ガラが出るため，清掃作業が大変である．
- ・ ガラが飛散した場合，航空機に吸い込まれる可能性がある．
- ・ 研磨時にコアマシンを操作する必要がある，複数箇所の同時施工が困難である．

【判定】

△

3.3 施工手順の選定

本試験を通じて，施工手順を以下のように決定した．

- (1) ϕ 50mm $\times$ t50mm のコア削孔部の形成，ハツリ
- (2) ϕ 180mm 座堀部の形成
- (3) ϕ 50mm 貫通孔削孔
- (4) アンカー設置孔（計 3 箇所）の削孔
- (5) アンカーの設置
- (6) コア孔充填部の設置
- (7) 蓋部の設置

4. アンカー設置方法に関する検討

座掘部に精度よく設置するために、写真-4に示す分割式ガイドプレートを作成した。アンカー設置孔削孔、セメント系接着剤（SR タイト）の挿入、インサートアンカーの挿入後、写真-5に示すように各ガイドプレートを回転させることで、アンカー位置を精度良く調整することができた。



写真-4 分割式ガイドプレート

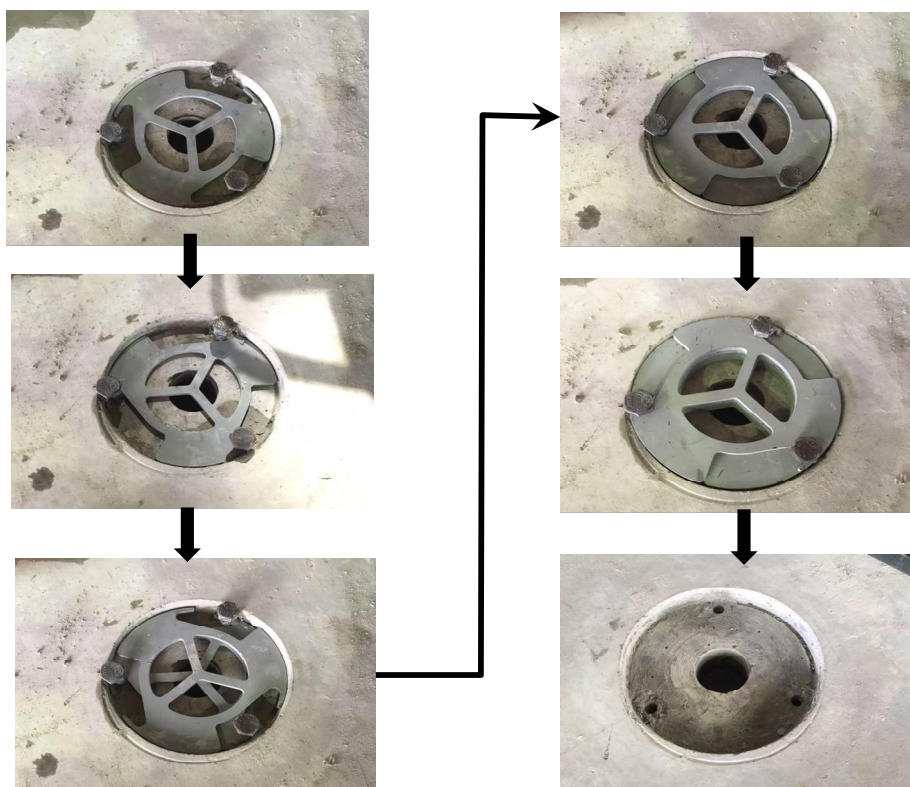


写真-5 ガイドプレートによるアンカー位置の調整

5. 航空機の接地圧反力に対する安全性確認試験

後設置型グラウト注入兼点検孔の蓋部は、航空機通行時の上向き接地圧反力が載荷されるため、これに対する安全性に関して試験を行った。

なお、設計荷重は下記の通りとした。

$$\begin{aligned}\text{設計荷重} &= \text{航空機の最大接地圧} (1.61\text{N/mm}^2) \times \text{貫通孔面積} (50^2 \times 3.14/4\text{mm}^2) \\ &= 3,159\text{N} \\ &= 3.2\text{kN}\end{aligned}$$

試験体の概要図を図-4 および写真-6 に示す。試験体は、PC 舗装版内部の水平ひび割れの有無を考慮したRC 版とした。配合は曲げ 5N/mm^2 を想定し、50-12-20H とした。コンクリートの強度試験結果を表-1 に示す。

引抜試験は、写真-7 に示すように、梁材とセンターホールジャッキを用いて行った。

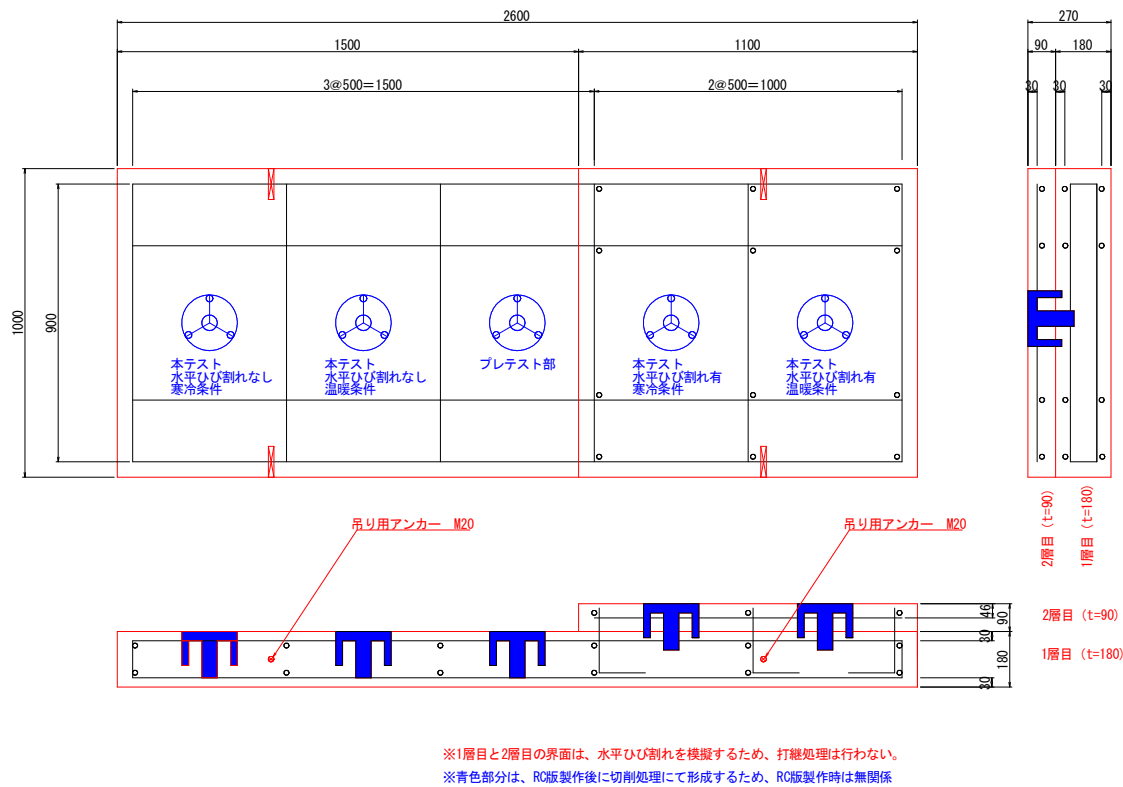


図-4 試験体概要図

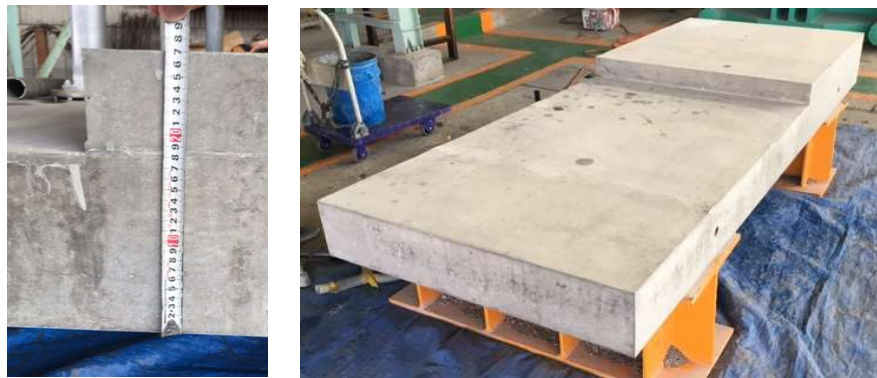


写真-6 ガイドプレートによるアンカー位置の調整

表-1 コンクリート試験結果

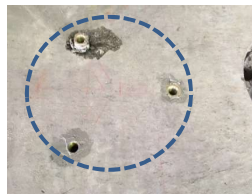
	圧縮強度	引張強度
	(N/mm ²)	
1層目	70.8	1.92
2層目	66.4	1.70



写真-7 引抜試験状況

引抜試験結果を表-2に示す。破壊はアンカー部のセメント系接着剤部のみで発生しており、コンクリートのコーン破壊や、水平ひび割れ部の破壊には至っていない。その一方、アンカー設置後2時間後でも、設計荷重に対して5倍程度の安全率が確保されていることから、後設置型グラウト注入兼点検孔の蓋部は、航空機通行時の上向き接地圧反力に対して十分な安全性が期待できることを確認した。

表-2 引抜試験結果

水平ひび割れ	アンカー打設後	引抜荷重(kN)	設計荷重(kN) ※	破壊状況
無	2時間	17	3.2	
無	18時間	120	3.2	
有	22時間	107	3.2	

6. 関西空港における試験施工航空機の接地圧反力に対する安全性確認試験

上記試験で施工性および安全性が確認されたため、関西国際空港における試験施工を同メンテ工事受注会社の協和道路の協力のもと実施した。試験の結果、時間制約の厳しい関西国際空港において施工的に最も不利な冬季でも良好な施工性を有することを確認した。

6.1 エプロンおよび誘導路内での設置箇所

○性能確認用（1箇所） ＜2019/2/12～2/13 夜間設置＞

#31 スポット車両駐車帯付近（図-5）

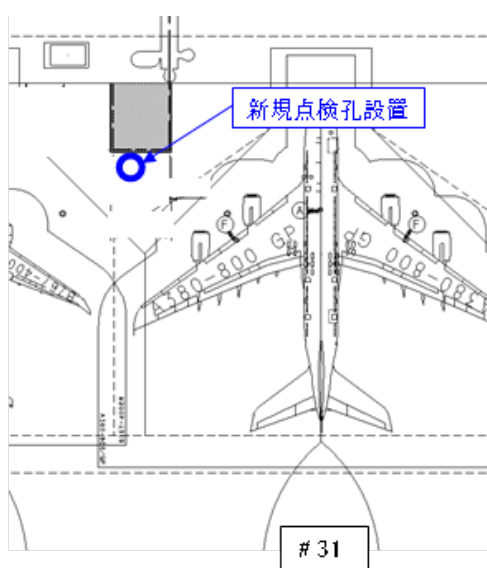


図-5 #31 スポット車両駐車帯付近位置図

○維持管理点検用 (2箇所)

a) #29 スポット後方R誘導路付近 (図-6) <2019/2/13~2/14 夜間設置>

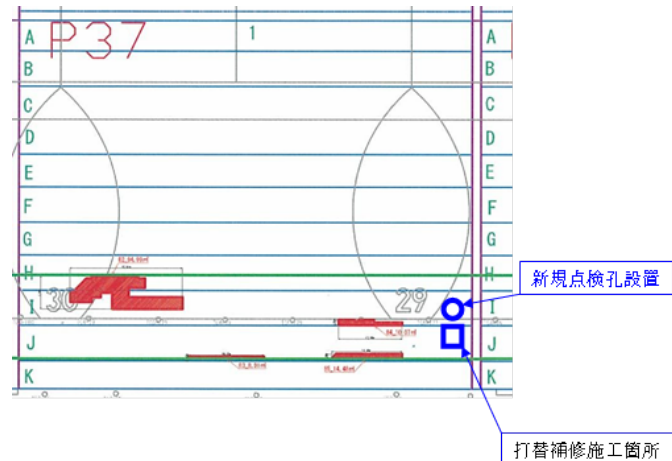


図-6 #31 スポット車両駐車帯付近位置図

b) #102 スポット後方R誘導路付近 (図-7) <2019/2/15～2/16 夜間設置>

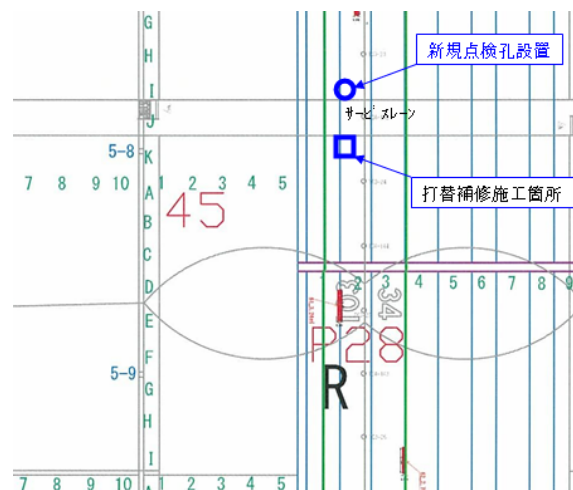


図-7 #31 スポット車両駐車帯付近位置図

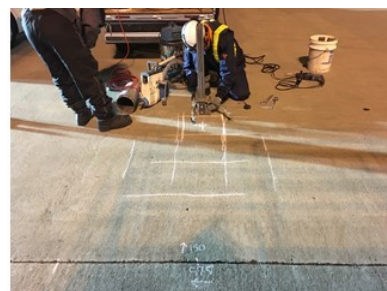
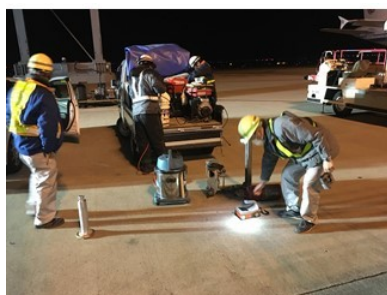
6.2 試験施工フローおよび作業時間

試験施工のフローおよび平均的な作業時間について、下記に示す。

(1) 【入場および誘導路制限】 … 5 分



(2)【準備工】	設置位置出し	RC レーダー測定	コアマシンセット	…	5分
----------	--------	-----------	----------	---	----



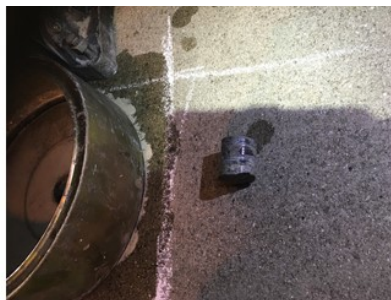
(3) 【削孔工】

- ◆ コア削孔 大径 $\phi 180\text{mm}$ 深さ : 30mm … 5 分



※5mm ほど深く

- ◆ コア削孔 小径 $\phi 50\text{mm}$ 深さ : 50mm 程度 … 5 分



※中心部コア $\phi 50\text{mm}$ 除去

- ◆ 座掘り 大径 $\phi 180\text{mm}$ 深さ : 25mm~27mm … 60 分



※2mm ほど深く
蓋が隠れる様に

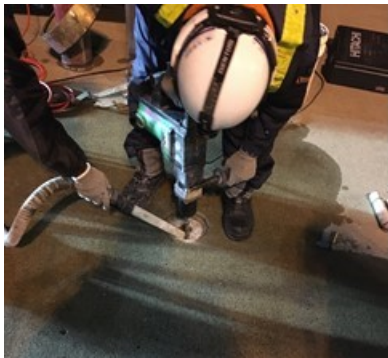
- ◆ コア削孔 小径 $\phi 50\text{mm}$ 深さ : 130mm 程度 … 5 分



(4) 【アンカー工+アンカー養生】

◆ ドリル削孔 3 箇所 (φ 24mm L=90mm)

… 3 分



◆ アンカー設置 3 本

… 2 分

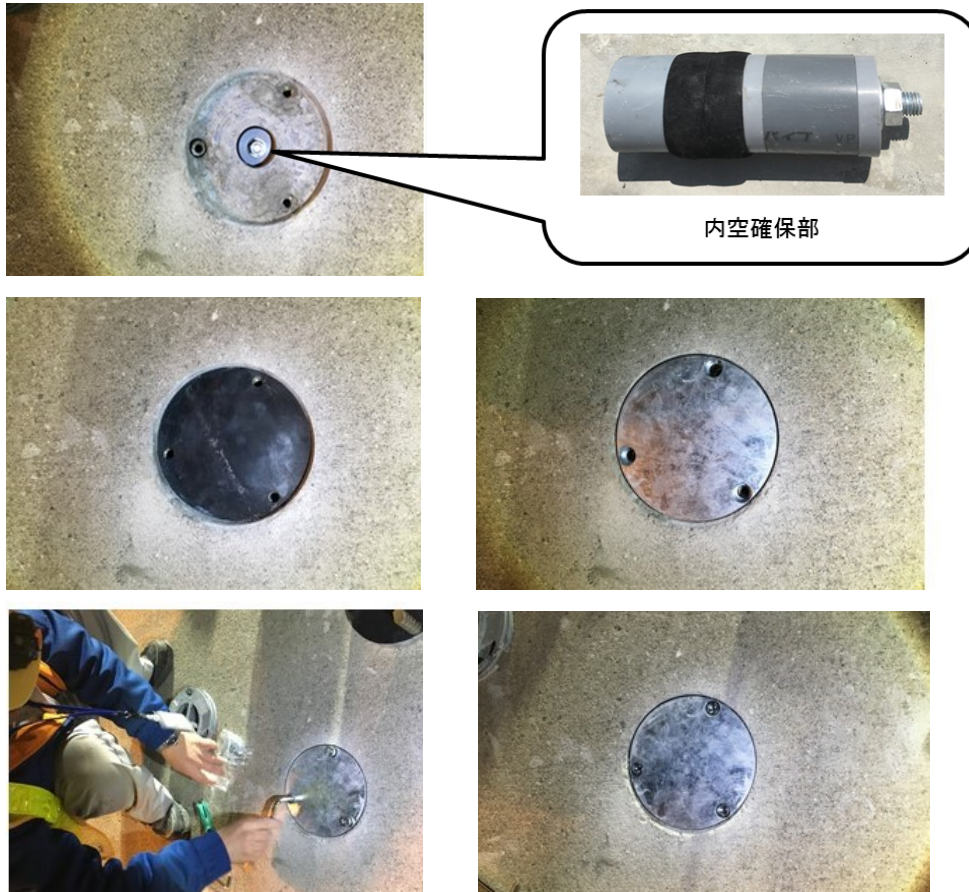


◆ 養生 (カイロ, 温水による保温養生)

… 90 分



(5) 【内空確保部挿入・蓋設置】(上記養生完了次第設置) 後片付け・制限解除 … 30 分



【完了】

作業時間合計 210 分 (3 時間 30 分)

7. まとめ

PC 舗装版の平坦性の確保や路盤の不同沈下起因した損傷の防止に向けた効率的な維持管理手法の提案を目的に、条件の厳しい空港舗装においても安全かつ恒久的に使用でき、他の PC 舗装へも準用できるような後設置型グラウト注入兼点検孔を開発し、関西空港における試験施工でその施工性を確認した。

現在、今回関西空港に設置した点検孔箇所については、点検チームによる定期的な調査を実施し、空隙の有無を確認して頂きたい旨、依頼している。

本稿が今後の参考になれば、幸いである。